

МИНЕРАЛОГИЯ ОЛИВИНОВ И ГРАНАТОВ ИЗ ПЕРИДОТИТОВЫХ КСЕНОЛИТОВ КИМБЕРЛИТОВОЙ ТРУБКИ КОМСОМОЛЬСКАЯ-МАГНИТНАЯ (ВЕРХНЕМУНСКОЕ ПОЛЕ, СИБИРСКИЙ КРАТОН)

Яковлев И.В.^{1,2}, Мальковец В.Г.^{1,2,3,4}, Гибшер А.А.^{1,4}

¹Институт геологии и минералогии СО РАН, г. Новосибирск, igor.yakovlev@igm.nsc.ru

²Novosibirsk State University, Novosibirsk 630090, Russia

³Australian Research Council Centre of Excellence for Core to Crust Fluid Systems/GEMOC, Department of Earth and Planetary Sciences, Macquarie University, Sydney, Australia

⁴Institute for Study of the Earth's Interior, Okayama University, Misasa, Japan

Ксенолиты перидотитов из кимберлитов в настоящее время являются одним из главных источников информации о составе и процессах протекающих в литосферной мантии древних кратонов. Они представляют большой интерес, так как породы, захваченные кимберлитами, выносятся с глубин достигающих границы литосфера/астеносфера, т.е. около 230 км. В данной работе мы представляем результаты минералогических исследований ксенолитов перидотитов из кимберлитов Верхнемунского поля.

В качестве объекта исследований выбрана среднепалеозойская высокоалмазоносная кимберлитовая трубка Комсомольская-Магнитная. Трубка является одним из месторождений в пределах Верхнемунского кимберлитового поля, расположенного в верховьях р. Муна в 180 км к северо-востоку от г. Удачный. В плане кимберлитовая трубка имеет форму овала с сужением посередине, что может свидетельствовать о двух подводящих каналах. Вмещающими породами служат известковистые образования верхнего кембрия. Контакты трубки с боковыми породами четкие, довольно крутые. В зоне эндоконтакта отмечается повышенная трещиноватость кимберлитов, а также их обогащенность ксеногенным материалом. Трубка выполнена тремя разновидностями кимберлитов: брекчиями, массивными монтичеллитовыми и безмонтичеллитовыми кимберлитами. В порфировых кимберлитах с монтичеллит содержащей массой широко развиты ксенолиты глубинных пород. Как правило, это небольшие (до 10 см) нодулы существенно оливинового состава, а так же их гранатовые разновидности. В исследованной нами коллекции были описаны ксенолиты дунитов, гранатовых гарцбургитов и гранатовых лерцолитов.

Для определения химического состава зерна оливина и граната отбирались из ксенолитов механическим способом и монтировались в шашки с эпоксидной смолой. Химический состав пиропов, хромитов, ортопироксенов, клинопироксенов определяли методом EPMA Jeol JXA Superprobe 8230 в «ЦКП Многоэлементных и изотопных исследова-

ний СО РАН», Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева (Новосибирск). Состав оливина анализировали при ускоряющем напряжении 20 кВ и токе 300 нА по специальной методике, позволяющей достигнуть точности 20–30 г/т (две стандартные ошибки) для Ni, Ca, Mn, Al, Ti, Cr и 0.02 мол. % для форстеритовой составляющей ($Fo = [100Mg/(Mg + Fe)]$) в оливине [Sobolev et al., 2007]. Для выявления гомогенности химического состава ксенолитов из каждого образца отбиралось по пять зерен оливина. Всего было исследовано 330 зерен оливина из 66 образцов ксенолитов перидотитов. Химический состав гранатов определялся по стандартной методике.

Основным породообразующим минералом ксенолитов перидотитов является оливин. Исследование химического состава оливина предоставляет нам информацию как о степени частичного плавления литосферной мантии (повышение Mg#), так и о более поздних наложенных метасоматических процессах, которые наоборот понижают магнезиальность оливинов. Магнезиальность оливинов варьирует от 88.4 до 94.12%, при этом магнезиальность большинства (60%) исследуемых зерен превышает 92% и 40% зерен имеют магнезиальность >93%. Средняя магнезиальность оливинов составляет 91,87%, а медианное значение составляет 92.52%. Высокая разница значений свидетельствует о преобладании группы оливинов из высокодеплетированных ксенолитов. Содержание элементов-примесей в оливинах варьирует в следующих пределах (в мас. %): NiO 0.277–0.419 (среднее содержание $\bar{x} = 0.362$, медиана = 0,364), CaO 0.005–0.066 ($\bar{x} = 0.030$, медиана = 0,026), MnO 0.083–0.131 ($\bar{x} = 0.102$, медиана = 0,101), Cr₂O₃ 0.007–0.056 ($\bar{x} = 0.029$, медиана = 0,027), TiO₂ 0.001–0.04 ($\bar{x} = 0.022$, медиана = 0,023).

Таким образом, по магнезиальности оливина можно выделить две группы ксенолитов перидотитов: группа 1 с «типичными» мантийными значениями Mg# 88.39–90.70 и группа 2 с высокодеплетированными составами Mg# 91.7–94.12. Для оливинов из трех образцов обнаружены аномально низкие значения

магнезиальности Mg# 82.19–83.58; мы предполагаем, что эти образцы относятся к серии глубинных мегакристов, имеющих магматическое происхождение. Ксенолиты группы 2 представлены преимущественно дунитами и гарцбургитами, тогда как ксенолиты группы 1 представлены гранатовыми лерцолитами. Пределы магнезиальности (Mg# 91,7–94,12) и среднее значение для оливинов группы 2 (\bar{x} = 92.96, медиана = 93.11) совпадает со значениями для оливинов из мегакристаллических перидотитов трубки Удачная (\bar{x} = 92.67, n=99 [Похиленко и др., 2014]) и для оливинов неопределенного парагенезиса из алмазов выборки для кимберлитов и лампроитов других регионов мира (\bar{x} = 92.9, n=607 [Stachel and Harris, 2008]). Кимберлитовые трубки Комсомольская-Магнитная и Удачная имеют близкий возраст внедрения (~360 млн лет), но принадлежат различным террейнам в соответствии с тектонической схемой Розена (2006) [Розен и др., 2006]; трубка Удачная принадлежит Далдынскому террейну, а трубка Комсомольская-Магнитная внедрялась в пределах Мархинского террейна. Многие авторы считают, что эти террейны имели независимую историю формирования и, следовательно, их литосферная мантия также имеют независимую историю образования. Однако недавние геохронологические исследования цирконов из коровых ксенолитов и обломочных цирконов из кимберлитов обнаруживают близость тектонотермальной истории этих террейнов и ставят под сомнение необходимость выделения этих террейнов как независимых структурных единиц [Shatsky et al., 2016, 2018]. На основании близости химического состава оливинов высокодеплетированных групп мы предполагаем, что литосферная мантия под трубками Комсомольская-Магнитная и Удачная имеет схожий состав.

Химический состав гранатов был исследован в 36 ксенолитах. Гранаты относятся к гарцбургит-дунитовому (n=26) и лерцолитовому парагенезисам (n=10). Содержание главных элементов в пиропе гарцбургит-дунитового парагенезиса (мас.%): Cr₂O₃ 8.84–13.53, CaO 0.66–3.46, TiO₂ 0.01–0.11, а в лерцолитовых: Cr₂O₃ 1.27–8.76, CaO 1.25–7.69, TiO₂ 0.01–1.10. Необходимо отметить достаточно высокий процент пиропов относящихся к алмазоносному гарцбургит-дунитовому парагенезису. В изученной нами коллекции пироповых перидотитов в поле гарцбургит-дунитового парагенезиса отсутствуют пиропы с содержанием Cr₂O₃ < 8.8 мас. %, тогда как среди пиропов-включений в алмазах и в ранее изученных пиропе мегакристаллических перидотитов из трубки Удачная минимальное содержание Cr₂O₃ ~5 мас. %.

Особо необходимо отметить наличие гранатов гарцбургит-дунитового парагенезиса с крайне низким содержанием CaO: 0.7 и 1.03 мас.%. Это свидетельствует о крайне истощенной природе их протолитов. Кроме того, это также свидетельствует о крайне низкой степени вторичных метасоматических процессов, которые приводят к замещению гранатов гарцбургит-дунитового парагенезиса – леролитовым парагенезисом [Malkovets et al., 2007; Похиленко и др., 2014].

Результаты проведенных минералогических исследований свидетельствуют о наличии блока высокодеплетированных пород в литосферной мантии под Верхнемунским кимберлитовым полем. Наличие достаточно высокой пропорции гранатов алмазоносного гарцбургит-дунитового парагенезиса наряду с высокой алмазоносностью кимберлитов трубки Комсомольская-Магнитная свидетельствует о низкой степени метасоматической переработки литосферного алмазоносного кила. Эти характеристики свидетельствуют о близости химического состава литосферных перидотитов с перидотитами под трубкой Удачная (Далдынский террейн).

Данная работа была выполнена в рамках государственного задания (проект № 0330-2016-0006), при поддержке гранта РФФИ №16-05-01052.

ЛИТЕРАТУРА

1. Похиленко Л.Н., Мальковец В.Г., Кузьмин Д.В., Похиленко Н.П., 2014. Новые данные по минералогии мегакристаллических пироповых перидотитов из кимберлитовой трубки Удачная, Сибирский кратон, Якутская алмазоносная провинция // Доклады РАН, т. 454, № 5, стр. 583–589.
2. Розен О.М., Манакон А.В., Зинчук, Н.Н. Сибирский кратон: формирование, алмазоносность. // Науч. ред. С. И. Митюхин, Научный Мир, Москва, 2006, 212 с.
3. Malkovets V.G., Griffin W.L., O'Reilly S.Y., Wood B.J. Diamond, subcalcic garnet, and mantle metasomatism: kimberlite sampling patterns define the link // Geology. 2007. V. 35. P.339–342.
4. Shatsky, V.S., Malkovets, V.G., Belousova, E.A., Tretiakova, I.G., Griffin, W.L., Ragozin, A.L., Gibsher, A.A., O'Reilly, S.Y., 2016. Tectonothermal evolution of the continental crust beneath the Yakutian diamondiferous province (Siberian craton): U-Pb and Hf isotopic evidence on zircons from crustal xenoliths of kimberlite pipes. // Precamb. Res. 282, 1–20.

5. Shatsky V.S., Malkovets V.G., Belousova E.A., Tretyakova I.G., Griffin W.L., Ragozin A.L., Wang Q., Gibsher A.A., O'Reilly S.Y., 2018. Multi-stage modification of Paleoarchean crust beneath the Anabar tectonic province (Siberian craton) // *Precambrian Research*, v. 305, pp. 125-144.
6. Sobolev, A.V., Hofmann, A.W., Kuzmin, D.V., et al., 2007. The amount of recycled crust in sources of mantle-derived melts. // *Science* 316, 412–417.
7. Stachel, T., Harris, J.W., 2008. The origin of cratonic diamonds—constraints from mineral inclusions. *Ore Geology Reviews* 34, 5–32.